Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 283-286 (2002) ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 283-286 (2545)

ศักยภาพของการใช้แกลบเพื่อผลิตพลังงานสำหรับโรงสีข้าว

Potential of Utilization of Rice Husk as Energy Source for Rice Mill

ชนกนันท์ สุขกำเนิด[1] อนุสรณ์ ชินสุวรรณ[1]
กนกรัตน์ ไชยสุทธิ์[1] และ คำนึง วาทโยธา[1]
Chanoknan Sookkumnerd[1], Anusorn Chinsuwan[1],
Kanokrat Chaisut[1] and Cumnueng Watyotha[1]

Abstract

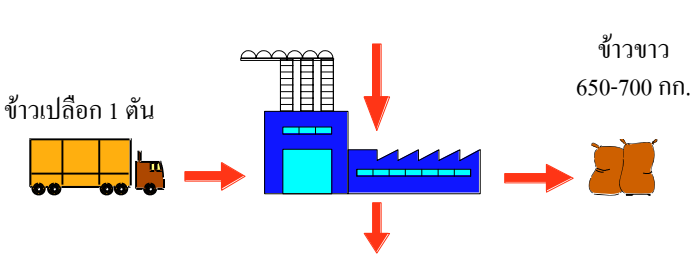
Rice is one of the main crops of Thailand. Annual paddy production is around 20 million tons. Rice husk is the major by-product from rice milling process. The annual production of rice husk is approximately 5 million tons. Consequently, rice husk is a high potential energy source. However, the utilization of rice husk as energy source is very limited, compared to its potential. In order to establish the preliminary guideline for investment of utilization of rice husk as energy source, this research project has been conducted. The specific objective of this project is to explore the appropriate technology for various sizes of rice mills.

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชหลักของประเทศไทย ปริมาณข้าวที่ผลิตในแต่ละปีอยู่ในระดับ 20 ล้านตัน แกลบเป็นผลพลอยได้หลักจากการสีข้าว ปริมาณแกลบที่ผลิตในแต่ละปีประมาณ 5 ล้านตัน ซึ่งมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นพลังงานได้มาก แต่อย่างไรก็ตามการนำแกลบมาใช้เป็นพลังงานยังคงน้อยกว่าศักยภาพของการนำแกลบมาใช้เป็นพลังงานเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงได้จัดทำโครงการวิจัยนี้ขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำแกลบจากโรงสีข้าวเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าใช้งานและจำหน่าย เพื่อวิเคราะห์หาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานจากแกลบสำหรับโรงสีขนาดต่างๆ โดยคาดหวังว่าผลจากการศึกษาจะสามารถใช้เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการลงทุนเพื่อผลิตพลังงานจากแกลบต่อไป

คำนำ

ข้าวเป็นพืชหลักของประเทศไทย ปริมาณข้าวที่ผลิตในแต่ละปีอยู่ในระดับ 20 ล้านตัน แกลบเป็นผลพลอยได้หลักจากการสีข้าว จากอัตราส่วนโดยมวลของแกลบต่อข้าวเปลือกประมาณ 0.20 - 0.25 สามารถประมาณได้ว่าปริมาณแกลบที่ผลิตในแต่ละปีประมาณ 4 -5 ล้านตัน Ramboll (1998) เสนอสมดุลพลังงานของการสีข้าวโดยแสดงพลังงานที่ต้องใช้ ในการเปลี่ยนจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสารและพลังงานที่ได้จากแกลบที่เป็นผลพลอยได้แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สมดุลพลังงานของการสีข้าวเปลือก 1 ตัน (Ramboll, 1998)

จากสมดุลพลังงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในกระบวนการผลิตข้าว พลังงานที่ได้จากแกลบมีปริมาณมากกว่าพลังงานที่มีความจำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิตข้าว ในทางทฤษฎี Ramboll (1998) ประมาณว่าหากแกลบทั้งหมดในประเทศถูกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าจะมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้า 2,422 GWh ต่อปี

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น/ Faculty of Engineering, Khon Kaen University

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าแกลบจะมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานสูง แต่การนำแกลบมาใช้เป็นพลังงานยังคงน้อยกว่าศักยภาพของการนำแกลบมาใช้เป็นพลังงานเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงได้จัดทำโครงการวิจัยนี้ขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำแกลบจากโรงสีข้าวเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าใช้งานและจำหน่าย เพื่อวิเคราะห์หาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานจากแกลบสำหรับโรงสีขนาดต่างๆ โดยคาดหวังว่าผลจากการศึกษาจะสามารถใช้เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการลงทุนเพื่อผลิตพลังงานจากแกลบต่อไป

วัตถุประสงค์

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้แกลบจากโรงสีข้าวเพื่อผลิตพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1.เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการใช้แกลบจากโรงสีข้าวเป็นแหล่งพลังงานเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าใช้งานและจำหน่าย สำหรับโรงสีข้าวขนาดต่างๆ

2.เพื่อวิเคราะห์หาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานจากแกลบ สำหรับโรงสีข้าวขนาดต่างๆ

โดยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำแกลบมาใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับโรงสีขนาดตั้งแต่ 30 ตันต่อวัน ขึ้นไปถึง 500 ตันต่อวัน

ผล

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมการวิจัยและได้ผลจากการวิจัยดังนี้

1. การศึกษาการใช้พลังงานในโรงสีข้าว เพื่อศึกษาปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบระบบผลิตพลังงานจากโรงสีข้าวที่สำคัญ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานในโรงสีข้าวจำนวน 39 แห่ง และได้ผลจากเก็บข้อมูลดังนี้

- ค่าพลังงานรวมต่อการสีข้าวเปลือก 1 ตัน (kW-hr/ตันข้าวเปลือก) มีค่า 40.63 kW-hr/ตันข้าวเปลือก
- ค่าพลังงานกลต่อการสีข้าวเปลือก 1 ตัน (kW-hr/ตันข้าวเปลือก) มีค่า 21.01 kW-hr/ตันข้าวเปลือก
- ค่าความต้องการใช้พลังไฟฟ้า (Demand) ต่อขนาดโรงสี (kW/ตันต่อวัน) มีค่า 2.21 kW/ตันต่อวัน
- ราคาแกลบที่โรงสีขายได้ ซึ่งจะถูกนำไปวิเคราะห์เป็นค่าเสียโอกาสในการนำแกลบไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นแทนที่จะนำไปขาย พบว่าราคาแกลบจะแตกต่างกันตามพื้นที่และฤดูกาล ซึ่งราคาแกลบจะเคลื่อนไหวอยู่ระหว่าง 50 บาทต่อตัน ถึง 200 บาทต่อตัน

2. การรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ระบบผลิตพลังงานจากแกลบ ผู้วิจัยได้คัดเลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ซึ่งได้คัดเลือกเทคโนโลยีที่ไม่มีความเสี่ยงทางด้านเทคนิคและสามารถจัดหาได้ทั่วไป 2 เทคโนโลยีคือ เทคโนโลยีหม้อไอน้ำท่อไฟ – เครื่องจักรไอน้ำ และเทคโนโลยีหม้อไอน้ำท่อน้ำ – กังหันไอน้ำ

โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลทั้งทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของอุปกรณ์ทั้งสองเทคโนโลยี

3.การสร้างแบบจำลองของระบบการใช้แกลบเป็นแหล่งพลังงาน แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วยแบบจำลองทางด้านเทคนิคและแบบจำลองทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยแบบจำลองทางด้านเทคนิคจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (Input) ทางกายภาพและปัจจัยผลลัพธ์ (Output) ทางกายภาพ และแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (Input) ทางการเงินและปัจจัยผลลัพธ์ (Output) ทางการเงิน โดยเป้าหมายของการใช้แบบจำลองทั้งสองก็เพื่อวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนการลงทุนจากระบบผลิตพลังงานจากแกลบ

4.การใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างรูปแบบของการนำเทคโนโลยีที่ได้คัดเลือกไว้ไปใช้งานจำนวน 5 รูปแบบคือ

<u>รูปแบบที่ 1 การใช้เครื่องจักรไอน้ำผลิตพลังงานกล</u> รูปแบบนี้ใช้ระบบเครื่องจักรไอน้ำผลิตพลังงานกลเพื่อขับอุปกรณ์สีข้าวโดยตรง โดยไม่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นการประหยัดที่ได้จากรูปแบบนี้คือการประหยัดพลังงานกลเท่านั้น

<u>รูปแบบที่ 2 การใช้เครื่องจักรไอน้ำขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขับโรงสีไฟฟ้า</u> รูปแบบนี้ใช้เครื่องจักรไอน้ำขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าป้อนโรงสีไฟฟ้า โดยในการเลือกขนาดของเครื่องจักรไอน้ำจะเลือกให้ใหญ่กว่ารูปแบบที่ 1 เพื่อให้กำลังที่ได้จากเครื่องจักรไอน้ำไม่น้อยกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของโรงสีไฟฟ้า เช่น ในกรณีของโรงสีขนาด 120 ตันต่อวัน หากเป็นรูปแบบที่ 1 จะเลือกเครื่องจักรไอน้ำขนาดลูกสูบแรงดันสูง 12 นิ้ว ช่วงชัก 12 นิ้ว แต่ถ้าเป็นรูปแบบที่ 2 จะเลือกขนาดลูกสูบแรงดันสูง 14 นิ้ว ช่วงชัก 14 นิ้ว ซึ่งให้กำลัง 375 kW ซึ่งเพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของโรงสี 315 kW ดังนั้นการประหยัดที่เกิดจากรูปแบบที่ 2 ก็คือการประหยัดพลังงานทั้งหมดในการสีข้าว

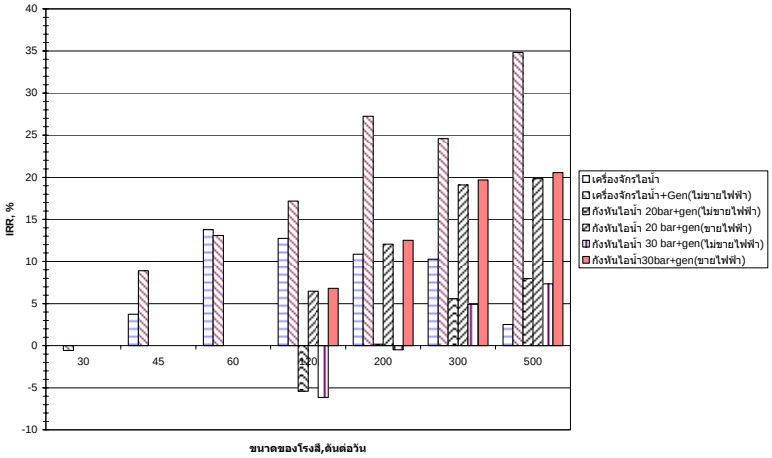
รูปแบบที่ 3 การใช้ระบบกังหันไอน้ำแรงดัน 20 บาร์ ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เอง ในรูปแบบนี้ใช้กังหันไอน้ำขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าป้อนโรงสีไฟฟ้า โดยในการเลือกขนาดของกังหันไอน้ำจะเลือกให้เพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของโรงสีข้าว การประหยัดที่เกิดขึ้นก็คือพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการสีข้าว

รูปแบบที่ 4 การใช้ระบบกังหันไอน้ำแรงดัน 20 บาร์ ผลิตกระแสไฟฟ้าขาย ในรูปแบบนี้ใช้กังหันไอน้ำขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าป้อนโรงสีไฟฟ้า โดยในการเลือกขนาดของกังหันไอน้ำจะเลือกจากการใช้แกลบที่ได้จากการสีข้าวให้หมด ดังนั้นขนาดของโรงไฟฟ้าจะใหญ่กว่ารูปแบบที่ 3 ประโยชน์จากโครงการก็จะมีทั้งการประหยัดพลังงานในการสีข้าวและรายได้จากการขายไฟฟ้า

รูปแบบที่ 5 การใช้ระบบกังหันไอน้ำแรงดัน 30 บาร์ ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เอง ในรูปแบบนี้จะมีแนวความคิดของการออกแบบที่เหมือนกับรูปแบบที่ 3 แต่เพิ่มแรงดันของไอน้ำขึ้นซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงานดีขึ้น

รูปแบบที่ 6 การใช้ระบบกังหันไอน้ำแรงดัน 30 บาร์ ผลิตกระแสไฟฟ้าขาย ในรูปแบบนี้จะมีแนวความคิดของการออกแบบที่เหมือนกับรูปแบบที่ 4 แต่เพิ่มแรงดันของไอน้ำขึ้นซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงานดีขึ้น

ผู้วิจัยได้ทำการป้อนข้อมูลทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ลงไปในแบบจำลองที่สร้างขึ้น ซึ่งในกรณีที่ราคาแกลบเท่ากับ 100 บาทต่อตันและอัตราส่วนการใช้กำลังการผลิตของโรงสีเท่ากับ 60% ผลจากการวิเคราะห์ให้ค่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนสำหรับโรงสีขนาดต่างๆ กัน แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อัตราผลตอบแทนการลงทุนการผลิตพลังงานจากแกลบสำหรับโรงสีขนาดต่างๆ กัน เมื่อราคาแกลบเท่ากับ 100 บาทต่อตัน และอัตราส่วนการใช้กำลังการผลิตของโรงสีเท่ากับ 60%

หากใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาว่า IRR = MRR + 5% เป็น IRR ที่จูงใจให้มีการลงทุน หากใช้ MRR ของธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) เมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน 2544 ซึ่งเท่ากับ 7.75% ดังนั้น IRR ที่ถือว่าจูงใจให้มีการลงทุนคือ 12.75% จะพบว่า

- การผลิตพลังงานจากแกลบเพื่อใช้ในโรงสีจะผลตอบแทนการลงทุนที่ดีเมื่อโรงสีมีขนาดตั้งแต่ 60 ตันต่อวันขึ้นไป
- การผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายจะให้ผลตอบแทนการลงทุนที่ดีเมื่อโรงสีมีขนาดตั้งแต่ 300 ตันต่อวันขึ้นไป
- เทคโนโลยีการใช้เครื่องจักรไอน้ำเป็นต้นกำลังในการขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟฟ้าใช้เองในโรงสีจะให้ตอบแทนการลงทุนที่สูงกว่าเทคโนโลยีอื่นในทุกกรณี ทั้งนี้เนื่องมาจากมูลค่าการลงทุนของการใช้เครื่องจักรไอน้ำเป็นต้นกำลังต่ำกว่าการใช้กังหันไอน้ำมาก และหากเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการผลิตพลังงานกลจากเครื่องจักรไอน้ำมาใช้โดยตรง การนำพลังงานกลจากเครื่องจักรไอน้ำมาใช้โดยตรงไม่สามารถทดแทนการซื้อพลังงานทั้งหมดของโรงสีได้ในขณะที่การใช้ระบบผลิตพลังงานกลโดยตรงก็ไม่ได้ช่วยลดมูลค่าการลงทุนลงได้มากนัก เนื่องจากต้นทุนของอุปกรณ์สีข้าวสำหรับการใช้พลังงานกลขับโดยตรงมีค่าสูงกว่าโรงสีไฟฟ้า
- สำหรับการใช้เทคโนโลยีกังหันไอน้ำจะเห็นได้ว่าในทุกกรณีการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้เองและจำหน่ายส่วนที่เหลือจะให้ผลตอบแทนการลงทุนที่สูงกว่าการผลิตไฟฟ้าใช้เองแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องจากมูลค่าการลงทุนของระบบกังหันไอน้ำมีค่าสูงดังนั้นจึงควรจะใช้ประโยชน์จากกังหันไอน้ำให้เต็มที่
- เมื่อเปรียบเทียบการใช้ระบบกังหันไอน้ำที่ความดัน 20 บาร์และ 30 บาร์จะเห็นได้ว่าการใช้ระดับแรงดัน 30 บาร์ จะให้ผลตอบแทนจากการลงทุนที่ดีกว่าในทุกกรณี เนื่องจากเป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพโดยที่มูลค่าของการลงทุนเพิ่มขึ้นไม่มากนัก

5. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity) ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโครงการ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความไวต่อปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ IRR ของโครงการ (Sensitivity Analysis) โดยได้แปรเปลี่ยนตัวแปรที่สำคัญ 2 ตัวแปรคือ อัตราส่วนการใช้กำลังการผลิตของโรงสี และราคาแกลบ เพื่อตรวจสอบว่าค่า IRR ของโครงการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรหากปัจจัยที่สำคัญทั้งสองเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งได้ผลโดยสรุปดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความไวของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโครงการ

ขนาดโรงสี ตันต่อวัน	เงื่อนไขที่ให้ IRR เกิน 12.75%			
	ผลิตพลังงานใช้เอง		ผลิตกระแสไฟฟ้าขาย	
	อัตราส่วนการใช้กำลังการผลิต*	ราคาแกลบ**	อัตราส่วนการใช้กำลังการผลิต*	ราคาแกลบ**
30	ไม่มี***	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
60	60% ขึ้นไป	ไม่เกิน100 บาทต่อตัน	ไม่มี	ไม่มี
120	50% ขึ้นไป	ไม่เกิน 150 บาทต่อตัน	80% ขึ้นไป	ไม่มี
200	40% ขึ้นไป	ไม่เกิน 150 บาทต่อตัน	70% ขึ้นไป	ไม่มี
300	40% ขึ้นไป	เกิน 200 บาทต่อตัน****	50% ขึ้นไป	เกิน 200 บาทต่อตัน
500	30% ขึ้นไป	เกิน 200 บาทต่อตัน	50% ขึ้นไป	เกิน 200 บาทต่อตัน

หมายเหตุ * เมื่อราคาแกลบคงที่ที่ 100 บาทต่อตัน

** เมื่ออัตราส่วนการใช้กำลังการผลิตคงที่ที่ 60%

*** ไม่มีหมายความว่าไม่ว่าจะแปรเปลี่ยนตัวแปรดังกล่าวอย่างไรก็ไม่สามารถทำให้ได้ IRR เกิน 12.75% ได้

**** เกิน 200 บาทต่อตัน หมายความว่าเงื่อนไขราคาแกลบที่แพงที่สุดที่นำมาทดสอบคือ 200 บาทต่อตันยังคงให้ IRR ที่เกิน 12.75%

สรุป

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานในการสีข้าว รวบรวมข้อมูลทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานจากแกลบ สร้างแบบจำลองทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานจากแกลบ และใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นในการหาอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) ของการลงทุนผลิตพลังงานจากแกลบ ผลของการวิเคราะห์พบว่า สำหรับโรงสีที่มีอัตราส่วนการใช้กำลังการผลิตของโรงสี 60% และราคาแกลบ 100 บาทต่อตัน การผลิตพลังงานจากแกลบเพื่อใช้งานในโรงสีจะให้ค่า IRR อยู่ในระดับที่ดี (มากกว่า 12.75%) เมื่อโรงสีมีขนาด 60 ตันต่อวันขึ้นไป และการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายจะให้ IRR อยู่ในระดับที่ดีเมื่อโรงสีมีขนาด 300 ตันต่อวันขึ้นไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เป็นอย่างสูงที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณทั้งหมดในการดำเนินวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Ramboll. 1998. EC-ASEAN COGEN Program. Evaluation of Conditions for Electricity Production Based on Biomass. Bangkok. Thailand.